

**Резюме проекта, выполняемого в рамках  
Государственного задания  
на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности  
по 2 этапу № 37.8809.2017/БЧ**

Тема: «Исследования зависимостей электрических, механических, оптических и электрохимических свойств отдельных компонентов древесного сырья и древесины от разного рода внешних воздействий»

Приоритетное направление НТР РФ: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта

Период выполнения: 01.01.2018–31.12.2018 г.

Плановое финансирование проекта: 2,005 млн. руб.

Бюджетные средства 2,005 млн. руб.

Получатель/Исполнитель: Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана

Ключевые слова: физико-механические свойства древесины, молекулярно-топологическое строение древесины, эффект памяти формы древесины, наноструктура, модифицирование древесины, гидрофобные покрытия, термомеханическая спектрометрия, пиломатериалы, высокочастотная сушка пиломатериалов

### **1. Цели проекта:**

- исследование строения и свойств древесины как природного функционального материала для разработки энергосберегающих и экологических технологий изделий с заданными механическими, электрическими, химическими и тепловыми характеристиками;

- исследование защитных гидрофобных термостойких покрытий, устойчивых к воздействию различных агрессивных факторов окружающей среды на основе модификации древесины с использованием радиационносинтезированных теломеров тетрафторэтилена;

- исследование эффекта памяти формы древесины при низких температурах;

- исследование коэффициентов усушки древесины при действии растягивающих нагрузок;

- исследование характеристик качества пиломатериалов, новых технологических способов и процессов раскроя;

- исследование изменения цвета термически модифицированной древесины березы при тепловом воздействии с получением модели данного процесса;

- исследование теплопроводности термически модифицированной древесины;

- исследование предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон термически модифицированной древесины дуба.

### **2 Основные результаты проекта**

На 2 этапе получены следующие основные результаты:

Для количественной оценки свойств древесины как природного функционального материала, обладающего эффектом памяти формы, экспериментально получены показатели эффекта памяти формы древесины при низких температурах, подтверждена справедливость основных положений модели гидро(термо)-механических деформаций древесины в низкотемпературном диапазоне. Наблюдаемое изменение формы обусловлено обратимой трансформацией топологической структуры древесины. Образование новых межмолекулярных взаимодействий вследствие одновременного действия нагрузки и снижения влажности приводит к появлению более упорядоченных структур и блоков, которые могут легко разрушаться при снятии нагрузки и возвращении к исходным физическим условиям. Поскольку образование и исчезновение замороженных деформаций, являющихся носителями эффекта памяти, обусловлено изменениями в системе межмолекулярных взаимодействий (в том числе, в сетке водородных связей) необходимы дальнейшие исследования влияния деформационных превращений на характер межмолекулярного взаимодействия и межцепную организацию полимеров древесины.

Для разработки энергоэффективных инновационных технологий сушки древесины исследованы особенности высокочастотной сушки пиломатериалов. Разработана конструкция СВЧ есосушильной камеры.

Рассмотрен новый способ распиловки древесины и оценка качества пиломатериалов с помощью имитационного моделирования на примере сосновых и березовых пиломатериалов. Приведены определенные результаты, предопределяющие необходимость дальнейшего развития исследований качества древесного сырья, технологических исследований выработки пиломатериалов заданных размеров и качества.

При исследовании изменения цвета древесины от воздействия температуры была предложена модель, описывающая изменение цвета древесины березы при термообработке. С использованием данной

модели при известном температурном режиме и времени термической обработки может быть рассчитана степень завершенности отдельных стадий деструкции древесины. Полученные зависимости позволяют рассчитать параметры цвета в системах RGB и LAB соответственно, с учетом степени термической деструкции древесины. Предложенная модель позволяет спрогнозировать цвет древесины, термически модифицированной при различных режимах воздействия.

Были проведены исследования теплопроводности древесины различных пород, модифицированной при различных режимах. Степень модифицирования определяется интенсивностью и временем теплового воздействия. Анализ результатов экспериментально-расчетных исследований позволяет сделать вывод о том, что зависимость коэффициента теплопроводности древесины от плотности и влажности носит сложный характер. Несмотря на близость значений коэффициента теплопроводности воды ( $\lambda=0,68$  Вт/(м·К)) и коэффициента вещества стенок древесных клеток ( $\lambda=0,65$  Вт/(м·К)), определенного из соотношений теории обобщенной проводимости,  $\lambda$  сухой и влажной древесины при равенстве их плотностей существенно различаются. Задача осложняется зависимостью теплопроводности воды и древесного вещества от температуры.

По результатам исследований была предложена модель теплопроводности среды со взаимопроникающими структурами, позволяющая определить коэффициент теплопроводности древесины как функцию плотности, влажности, температуры материала и теплопроводности газовой среды в порах. Проведенная экспериментальная проверка предложенной модели и сравнение экспериментальных и расчетных данных показало, что их расхождение не превышает 10 %.

### **3 Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

На данном этапе заявки созданы не были.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Результаты проекта могут быть использованы в лесной и деревообрабатывающей отрасли. Экспериментальные исследования могут быть применены для создания защитных гидрофобных покрытий на различных материалах на основе растворов теломеров тетрафторэтилена.

Применение предложенного распиловки способа позволяет получать большее количество пиломатериалов радиального распила, что необходимо для производства, например, оконного бруса. По предварительным расчетам количество радиальных пиломатериалов при данном способе раскроя достигает порядка 50 %.

### **5 Эффекты от внедрения результатов проекта**

Разработанная конструкция СВЧ лесосушильной камеры может быть использована в деревообрабатывающей и других отраслях промышленности для сушки древесины и различных капиллярно-пористых материалов.

Предлагаемая конструкция СВЧ лесосушильной камеры позволяет устранить паразитное СВЧ излучение через зазоры в двери СВЧ лесосушильной камеры и обеспечить безопасность и экологичность СВЧ процесса сушки древесины в соответствии с нормативами на уровень безопасной плотности СВЧ излучения.

### **6 Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

На данном этапе не оценивалось

### **7 Наличие соисполнителей**

На отчетном этапе привлечение соисполнителей не предусмотрено

Директор МФ МГТУ им. Н.Э.  
д-р техн. наук



Санаев В.Г.